

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10012250 A**

(43) Date of publication of application: **16 . 01 . 98**

(51) Int. Cl

H01M 8/02
H01M 8/10

(21) Application number: **08184262**

(22) Date of filing: **26 . 06 . 96**

(71) Applicant: **ASAHI GLASS CO LTD**

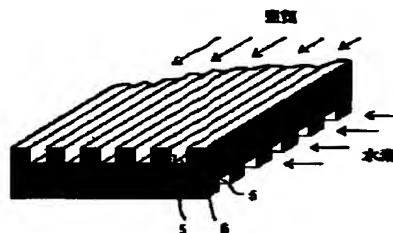
(72) Inventor:
YOSHITAKE MASARU
YOSHIDA NAOKI
ISHIZAKI TOYOAKI
TERASONO SHINJI
UNOKI MASAO

(54) LOW TEMPERATURE OPERATING FUEL CELL

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low temperature operating fuel cell which stably obtains a high output, by using a specific fluorine-contained polymer as a water repellent material of a separator with rib.

SOLUTION: In a low temperature operating fuel cell constituted by an electrode-film connector comprising an electrolyte film and an electrode connected to both surfaces of this film and a separator having a plurality of ribs in a surface of this electrode-film connector, the following means is used : A surface (side surface 5 and bottom surface 6) of the separator facing a clearance of a plurality of the ribs is coated with this fluorine-contained polymer obtained by using a solution of solvent soluble fluorine-contained polymer without substantially having an ion exchange group. As the fluorine-contained polymer thus formed, for instance, perfluorocarbon polymer having an aliphatic ring structure or non-acrylic partial fluorination polymer is preferable.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-12250

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/02			H 0 1 M 8/02	R
8/10			8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-184262

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 6 月26日

(71) 出願人 000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区丸の内 2 丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 吉武 優
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 吉田 直樹
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 石崎 豊暁
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 本多 一郎

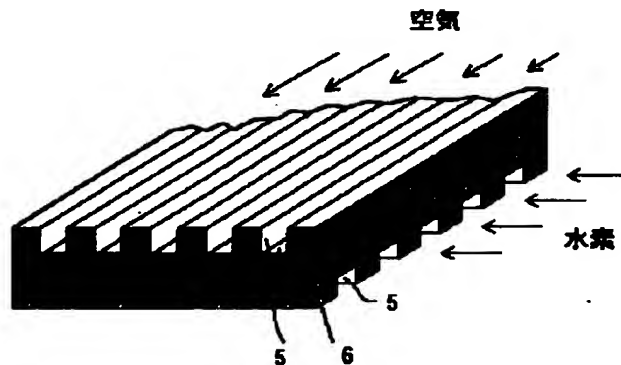
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温作動型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 高出力が安定して得られる低温作動型燃料電池を提供する。

【解決手段】 低温作動型燃料電池を構成するリブ付セパレータ 1 のリブの間隙に面するセパレータの表面 5、6 が、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体で被覆されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質膜とこの膜の両面に接合された電極とからなる電極-膜接合体と、この電極-膜接合体と表面に複数のリブを有するセパレータとで構成された低温作動型燃料電池において、上記複数のリブの間隙に面するセパレータの表面がイオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体で被覆されてなることを特徴とする低温作動型燃料電池。

【請求項 2】 イオン交換基を実質上有しない含フッ素重合体が、脂肪族環構造を有するパーフルオロカーボン重合体である請求項 1 記載の低温作動型燃料電池。

【請求項 3】 イオン交換基を実質上有しない含フッ素重合体が、非アクリル系の部分フッ素化された重合体である請求項 1 または 2 記載の低温作動型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、低温作動型燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術】水素・酸素燃料電池は、その反応生成物が原理的に水のみであり、地球環境への影響が小さい発電システムとして注目されている。特に、作動温度として室温から 100℃程度が想定されている固体高分子型燃料電池は最も高出力が得られる可能性がある燃料電池として開発が進められている。しかし、現在検討されている固体高分子型燃料電池は作動温度が上述のように低いため、排熱が燃料電池の補機動力等に有効利用しがたいという欠点を有している。これを補う意味でも固体高分子型燃料電池は、特に高い出力密度が要求されている。また実用化への課題として、燃料及び空気利用率の高い運転条件でも高エネルギー効率、高出力密度が得られるような燃料電池セルの開発が要求されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】固体高分子型燃料電池における電解質膜としては、化学的安定性及び導電性の点から主として超強酸であるパーフルオロカーボンスルホン酸型陽イオン交換膜が用いられている。かかる酸性電解質中では空気極において下式のように水が生成する。



したがって、低作動温度、高電流密度および高ガス利用率の運転条件では、水が生成する空気極において水蒸気の凝縮による電極多孔体の閉塞（フラッディング）現象が起こりやすい。長期に亘り安定な特性を得るためには、フラッディング現象が起こらないように電極の撥水性を確保することが必要である。

【0004】燃料電池は、多くの場合、電解質膜とこの膜の両面に接合された電極とからなる電極-膜接合体を構成し、該電極-膜接合体と、表面に複数のリブを有す

るセパレータとを交互に配置して、全体を締め付けることにより構成される（「燃料電池設計技術」サイエンスフォーラム発行）。そして、かかる燃料電池では、セパレータのリブの間隙が空気及び燃料ガスを供給する通路となるが、セパレータにおけるリブ付近での水の凝縮はガス流路の閉塞を招き、ガスの本来の流れを変化させるため、電極の面内方向での反応均一性を低下させ、反応熱による局部的温度上昇、或いは過電圧の上昇による電池の出力電圧の低下というような問題を生ずる。

【0005】上記のようなセパレータのリブでの水の凝縮によるガス流路の閉塞を抑制するため、従来でも含フッ素重合体によって、セパレータの複数のリブの間隙に面するセパレータの表面を被覆することが行われている。これに使用される含フッ素重合体は溶媒に可溶なものと不溶なものに大別できるが、主に不溶性なものが用いられてきた。これらのものには、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、テトラフルオロエチレン/パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）などがある。

【0006】これら含フッ素重合体を撥水化材料としてリブへ適用する場合には、通常、これら樹脂を分散させた溶液を塗布し、乾燥・熱処理することが行われる。かかる溶液には含フッ素重合体を分散させるために界面活性剤が添加されており、これが残存すると撥水性付与に支障を来すため、被覆した後界面活性剤を除去する工程が必要となる。また、被覆を行う過程でも含フッ素重合体が凝集し、凝集粒子の、いわゆる「だま」を生じ易く、「だま」による閉塞を起こすという問題点も有している。さらに、セパレータのリブは図 1 に見られるように幅及び高さのいずれもが通常 0.5～2mm 程度の矩形のものがピッチ 0.5～2mm にて複数個直線状に設けられる。また、上記リブは、ガス流速を確保するために直線状に代えて複雑な曲線状に設けられることがあり、またセパレータの反対側表面にも、通常上記リブと直交するようにリブが同様に設けられるので、界面活性剤や「だま」の除去が非常に煩瑣な作業となる。

【0007】また、移動機器用等の燃料電池の用途には、上記セパレータの材料として、通常のカーボン材料に加え、シート状グラファイトや軽金属の開発が進められている。この場合、シート状グラファイトでは側面からの水分の浸入による膨潤を防止する為にも撥水性樹脂による処理が不可欠である。しかし、従来の含フッ素重合体分散液を用いる方法では、その積層構造に由来する特性として塗布後の「だま」処理時にグラファイトが剥離しやすいという問題を有している。また、軽金属製のセパレータの場合には、含浸性が無いため従来の含フッ素重合体分散液による方法では付着力が不十分となりやすい。なお、撥水化材料として、フッ化ピッチを使用することも考えられるが、造膜性が悪く、密着力が弱いと

いう欠点を有するため、撥水化材料としては不適當である。

【0008】そこで本発明の目的は、高出力が安定して得られる、リブ付セパレータを有する低温作動型燃料電池を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、低温作動型燃料電池のリブ付セパレータの撥水化材料として界面活性剤の除去が不要で「だま」を発生することなくリブに撥水性を付与することのできるものを得るために鋭意検討を進めた結果、本発明に至ったものであり、電解質膜とこの膜の両面に接合された電極とからなる電極-膜接合体と、この電極-膜接合体と、表面に複数のリブを有するセパレータとで構成された低温作動型燃料電池において、上記複数のリブの間隙に面するセパレータ表面が、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体で被覆されてなることを特徴とする低温作動型燃料電池を提供するものである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の燃料電池における電極-膜接合体を製造する場合、固体高分子電解質たるイオン交換膜上に電極を直接形成する手法、カーボンペーパーなどの基材上に一旦電極を層状に形成した後にこれをイオン交換膜に接合する手法、または別の平板上に電極を形成してこれをイオン交換膜に転写する手法などの様々な方法を採用することができる。ガス拡散電極の形成方法としては、好ましくは、白金族金属を活性炭等に担持した触媒粉末、イオン交換樹脂、撥水剤、及び必要に応じて、造孔剤、増粘剤、希釈溶媒等との混合液をイオン交換膜又はカーボンペーパー等の導電性多孔体に噴霧、塗布、濾過等の既存の方法を適用できる。電極をイオン交換膜と別個に形成した場合、電極のイオン交換膜への接合法としては、ホットプレス法、接着法（特開平7-220741、特開平7-254420号公報参照）などを適用することができる。

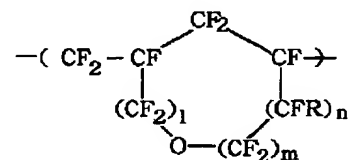
【0011】本発明の低温作動型燃料電池においては、固体高分子電解質たるイオン交換膜及び上記ガス拡散電極の形成されるイオン交換樹脂の材質としては、フルオロカーボンスルホン酸型イオン交換樹脂が好ましく、より好ましくは、 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ と $\text{CF}_2=\text{CF}-$ （ OCF_2CFX ） $_m-\text{O}-$ （ CF_2 ） $_n-\text{SO}_3\text{H}$ （式中、 m は0~3、 n は1~12、 p は0又は1、 X はF又は CF_3 ）との共重合体からなるパーフルオロカーボンスルホン酸型イオン交換樹脂である。

【0012】また、上記電解質膜とこの膜の両面に接合された電極とからなる電極-膜接合体の両面に配置されるリブ付セパレータは、通常図1に示す如き構造をしている。該リブ付セパレータと上記電極-膜接合体とを交互に複数個積層し、全体を締め付けることにより燃料電

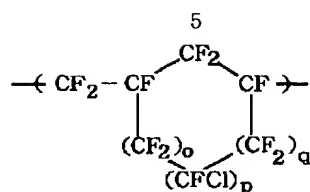
池は電池スタックとして構成される。電池スタックを構成する図1のセパレータにおいて、空気は空気供給口2から供給され排出口2'から排出され、一方、水素は水素供給口3から供給され排出口3'から排出される。また、電池スタックの冷却は、冷却水を冷却水供給口4から供給し、排出口4'から排出させることにより行なわれる。セパレータ1における空気と水素の流れの関係は、図2に示す如く通常は互いに直交する関係にある。本発明においては、かかるセパレータ1の複数のリブの間隙に面するセパレータの表面、即ちリブの側面5および/またはリブ間の底面6が、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体で被覆されている。セパレータの材質は、好ましくはグラファイト、軽金属又は軽金属合金である。

【0013】本発明において撥水化剤として用いられる上記含フッ素重合体は、セパレータとの充分な密着性が確保され、且つ、いわゆる「だま」や部分的に膜厚の不均一な部分の発生が抑えられるよう、溶媒に溶解し、均一な溶液を与える可溶性含フッ素重合体であることが要求される。本発明においては、かかる要求を満足する撥水化剤として、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体を使用される。かかる含フッ素重合体は、これを溶解する溶剤が存在する可溶性含フッ素重合体であるが、なかでも、燃料電池電極反応における反応物または生成物となりうる水、アルコール等の水性溶媒に対して実質上不溶性であるのが好ましい。溶媒可溶性含フッ素重合体は、固体高分子型燃料電池の使用温度である、好ましくは常温から150℃で固体状態であり、スルホン酸基、カルボン酸基などのイオン交換基は、0.1ミリ当量/g乾燥樹脂以下、特に0.05ミリ当量/g乾燥樹脂以下にせしめて実質上イオン交換基を有しないものを用いる。かかる含フッ素重合体には部分フッ素化されたものとパーフルオロ化のものいずれも使用できる。

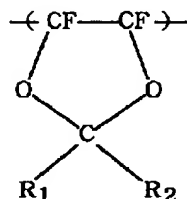
【0014】上記イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の好ましい例としては、分子内に脂肪族環構造を有するパーフルオロカーボン重合体が挙げられる。かかる重合体は、上記分子構造に起因する分子のねじれにより結晶化しにくく、フッ素系溶剤に可溶となる。かかる含フッ素重合体の例としては、次の一般式の環構造を有するもの、即ち、



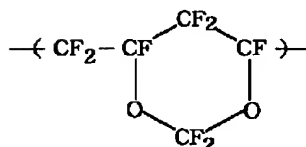
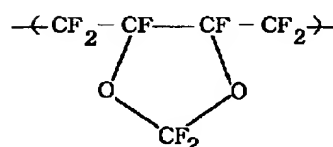
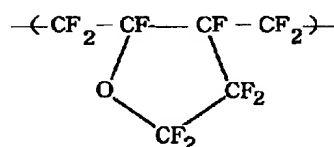
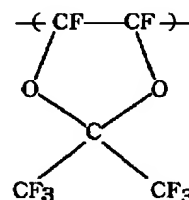
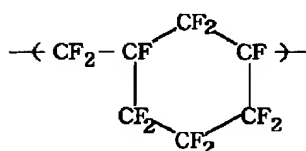
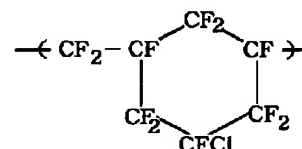
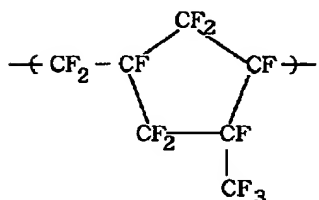
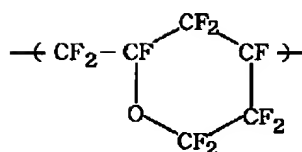
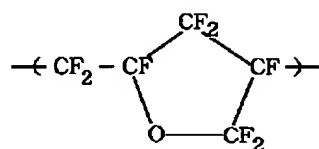
（ただし、1は0~5、 m は0~4、 n は0~1、 $1+m+n$ は1~6、 R はF又は CF_3 ）、



(ただし、 o 、 p 、 q は0~5、 $o+p+q$ は1~6)、



*



【0016】これらの含フッ素重合体は、例えば、パーフルオロベンゼン、トリフルオロエタン、アフルード（旭硝子社製のフッ素系溶剤）、パーフルオロ（2-ブチルテトラヒドロフラン）などに溶解され、濃度が0.01~50重量%の溶液が得られる。

【0017】イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の他の例としては、非アクリル系の部分フッ素化された重合体が挙げられる。かかる重合体としては、フルオロオレフィンと、ビニルエーテル、ビニル

*（ただし、 R_1 はF又は CF_3 、 R_2 はF又は CF_3 ）

）の如き環構造を有するものが挙げられる。これらの内、次の如き具体的な環構造を有する含フッ素重合体が代表的である。

【0015】

エステル、アリルエーテル、アリルエステル、イソプロペニルエーテル、イソプロペニルエステル、メタリルエーテル、メタリルエステル、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステルから選ばれる少なくとも1種の単量体との共重合体が例示される。

【0018】ここで、ビニルエーテルとしては、エチルビニルエーテル、ブチルビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、フルオロアルキルビニルエーテル、パーフルオロアルキルビニルエーテルなどのアルキルビ

ニルエーテルが例示される。ビニルエステルとしては、分岐状のアルキル基を有するベオパー10（シエル化学社製商品名）、酢酸ビニル、酪酸ビニル、ビバリン酸ビニル、パーサチック酸ビニルなどの脂肪酸ビニルエステルが例示される。これらのビニルエーテル、ビニルエステルは、フッ素を含有していてもよい。

【0019】アリルエーテルとしては、エチルアリルエーテル、シクロヘキシルアリルエーテルなどのアルキルビニルエーテルが例示される。アリルエステルとしてはプロピオン酸アリル、酢酸アリルなどの脂肪酸アリルエステルが例示される。イソプロペニルエーテルとしては、メチルイソペニルエーテルなどのアルキルイソプロペニルエーテルが例示される。これらのアリルエーテルは、フッ素を含有していてもよい。

【0020】上記フルオロオレフィン含有する共重合体では、フルオロオレフィンの含有割合が過度に大きくなると溶剤への溶解性が低下するため、フルオロオレフィンは好ましくは30～70モル%、特に40～60モル%含有されているのが好ましい。これらの含フッ素重合体は、ケトン類、エステル類、クロロエタン類、ベンゼン誘導体から選ばれる少なくとも一種に溶解され、濃度が30～70重量%にて溶解される。

【0021】上述の如き本発明で使用される溶媒可溶性含フッ素重合体はモノマーに分解しにくいラジカル伝播しにくく、耐酸性、耐アルカリ性を有する。また、可溶性含フッ素重合体の分子量は、好ましくは数千から2万程度であり、濃度が等しい場合には分子量が大きいほど粘度が大きくなるが、特に5000から1万程度のものをを用いることにより、含浸操作等で用いる場合の溶液浸透性を確保する一方、リブ表面への付着力も十分であり、リブ付セパレータの撥水性を保持することができる。

【0022】本発明においては、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体の、リブの間隙に面するセパレータ表面における被覆層の厚さは、撥水性が発揮され流路が著しく狭められない範囲で選択されるが、通常、0.1μmから100μm、好ましくは0.5μmから20μm、さらに好ましくは1μmから10μmの範囲内である。

【0023】かかる溶媒可溶性含フッ素重合体のセパレータ表面への塗布は、ディップコート法、刷毛塗り法、スプレー法、流路中に含フッ素重合体の溶液を流す方法等、任意の方法を採用することが可能であり、その後加熱あるいは減圧、通風などの方法によって溶媒を除去し、必要に応じて硬化反応を進行させることによって、含フッ素重合体による被覆を完成させることができる。

【0024】また、必要に応じて適宜、密着性を高めるためにセパレータ表面にプライマー処理、表面処理等を施してから可溶性含フッ素重合体の塗布を行うこともで

きる。

【0025】本発明においては、上述の可溶性含フッ素重合体でセパレータ表面を被覆することにより、界面活性剤の除去を必要とすることや、「だま」を発生させることなくリブに長期間安定な撥水性を付与することが可能である。また、本発明に係る含フッ素重合体の溶液は造膜性を有するために乾燥して得られる撥水性の被膜は耐久性を確保しやすい。さらに、本発明によれば、作業性よくリブに撥水性を付与することが可能である。

【0026】

【実施例】以下に本発明の具体的態様を詳しく説明するが、必ずしもこれらの実施例に限定されるわけではない。

（実施例1）固体高分子型燃料電池スタックを構成するリブ付セパレータとして、材質がチタンであり、図1に示されるような断面が正方形のリブ（幅1mm、高さ1mm）を表面及び裏面に有するもので、ガス流路を形成するリブの間隙が、幅（底面）1mm、深さ（側面）1mmのものを使用した。かかるセパレータのリブの間隙に面する表面に塗布する撥水化剤として、下記の溶媒可溶性含フッ素重合体のディップコート用溶液を用いた。かかる溶液は、クロロトリフルオロエチレンとシクロヘキシルビニルエーテルとエチルビニルエーテルと4-ヒドロキシビニルエーテルとの共重合体（分子量約1万）：ルミフロン樹脂（LF100グレード）（旭硝子社商品名）100重量部に対して、19重量部の硬化剤（ヘキサメチレンジイソシアネート3量体）と、200重量部の溶媒（キシレン50重量部、メチルブチルケトン150重量部）と、 4×10^{-4} 重量部の触媒（ジブチルチンジラウレート）とを配合することにより調製した。この溶液に上記セパレータを浸漬して、引き上げ速度10cm/分で塗布を行い、120℃、空気中において30分間加熱した後、セパレータのガス流路を形成するリブの間隙に面する以外の部分を研磨することにより塗布層を除去した。

【0027】（実施例2）撥水化処理に用いるディップコート用溶液として、パーフルオロ（2-ブチルテトラヒドロフラン）とパーフルオロ（トリブチルアミン）の重量比1：1を混合溶媒とするサイトップCTX-105Aグレード（旭硝子社商品名： $\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_2\text{CF}_2$ の分子量10万の重合体）の5重量%溶液を用い、加熱温度を100℃とした他は実施例1と同様な操作によって、リブ付セパレータのガス流路の撥水化処理を行った。

【0028】（実施例3）撥水化処理に用いるディップコート用溶液として、パーフルオロ（2-ブチルテトラヒドロフラン）を溶媒とするテフロンAF1600（デュポン社商品名：パーフルオロジメチルジオキソールとテトラフルオロエチレンとの共重合体で $T_g=160^\circ\text{C}$ ）の3重量%溶液を用い、加熱温度を100℃とする

他は実施例1と同様な操作によって、リブ付セパレータのガス流路の撥水化処理を行った。

【0029】（比較例1）撥水化処理に用いるディップコート用液体として、水にて0.5重量%に希釈したPTFEの分散液を用い、加熱温度を300℃とする他は実施例1と同様な操作によって、リブ付セパレータのガス流路の撥水化処理を行った。

【0030】（比較例2）比較例1の操作を3回繰り返すことにより、リブ付セパレータのガス流路に厚手の撥水化層を被覆した。

【0031】実施例1～3、比較例1、2の撥水化処理を行ったリブ付セパレータについて、それぞれ塗布層の一部を削り取って触針式の膜厚計により塗布層厚みを測*

表1

	実施例			比較例	
	1	2	3	1	2
塗布層厚み (μm)	0.98	0.95	1.10	1.40	3.00
凝集体の数 (個)	0	0	0	1	10
セル電圧 (V)					
10h後	0.632	0.637	0.635	0.620	0.607
500h後	0.631	0.637	0.634	0.616	0.604
1000h後	0.630	0.636	0.634	0.605	0.602

【0033】上記表1から明らかな如く、実施例1～3の電池セルは塗布層の厚みがいずれも1μm程度であり、凝集体は観察されなかった。また、セル電圧の経時変化も1000時間で1～2mV程度であった。

【0034】これに対し、比較例1は塗布層厚みが1.4μmであり、観察された凝集体の数も少なかったが、1000時間の運転でセル電圧が15mVも低下した。また、PTFE分散液を複数回塗布した比較例2では、1000時間でのセル電圧の低下幅は5mV程度と比較例1に比し改善されたが、ガス流路に観察される凝集体の数が増加し、セル電圧も全体として低い値であった。

【0035】

【発明の効果】本発明の低温作動型高出力燃料電池においては、リブ付セパレータのリブの側面および/または底面を、イオン交換基を実質上有しない溶媒可溶性含フッ素重合体の溶液を使用して得られた該フッ素重合体で被覆したことにより、ガス流路たるリブにおける界面活※

* 定した。また、ルーペにより直径0.1mm以上の凝集体「だま」の数を数え、溝1本当たり、長さ5cmでの平均の数を求めた。

【0032】次に、これら実施例及び比較例の各リブ付セパレータを用いて、該リブ付セパレータと電極-膜接合体を交互に配列し、全体を締め付けることにより全体が5セルからなる燃料電池スタックを組み立てた。かかる燃料電池スタックに対して、セル温度70℃、常圧にて水素および空気を供給して0.5A/cm²の定電流駆動で連続運転を行った。下記の表1に塗布層厚み、0.1mm以上の凝集体の数、セル電圧の経時変化を示す。

※性剤の除去が不要であり、かつ「だま」を発生することなく該リブに撥水性を付与することが可能である。よって、本発明の低温作動型燃料電池では高出力を安定して得ることができる。

【図面の簡単な説明】

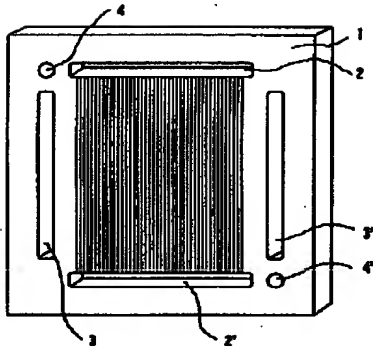
【図1】リブ付セパレータの外観を示す斜視図である。

【図2】リブ付セパレータの部分断面斜視図である。

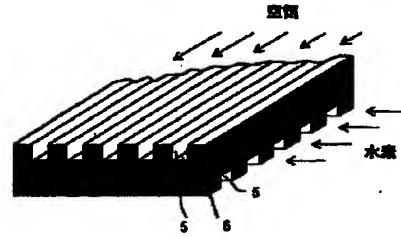
【符号の説明】

- 1 リブ付セパレータ
- 2 空気供給口
- 2' 空気排出口
- 3 水素供給口
- 3' 水素排出口
- 4 冷却水供給口
- 4' 冷却水排出口
- 5 リブ側面
- 6 リブ底面

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 寺園 真二
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 鵜木 正夫
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内